

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

0505-0943P
HATANAKA, Kaoru et al.
February 29, 2002
BSKB, LLP
(703) 205-8000
2 of 4

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2001年 2月28日

出願番号

Application Number:

特願2001-055400

出願人

Applicant(s):

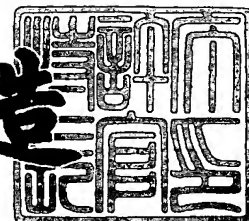
本田技研工業株式会社



2001年11月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3104337

【書類名】 特許願

【整理番号】 H101027201

【提出日】 平成13年 2月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B60K 9/00

B62M 23/02

B60L 15/20

H02P 7/00

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社 本田技術
研究所内

【氏名】 畑中 薫

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社 本田技術
研究所内

【氏名】 古田 慎司

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100084870

【弁理士】

【氏名又は名称】 田中 香樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100079289

【弁理士】

【氏名又は名称】 平木 道人

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 058333

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電動補助自転車の制御装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、バッテリーで付勢されるモータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、

車両の実走行抵抗を検出する走行抵抗検出手段と、

前記実走行抵抗に応じた駆動力を前記モータ駆動系で発生させる補助動力発生手段と、

車両の運転状態を判別する運転状態判別手段と、

前記実走行抵抗が負の場合に、車両の運転状態に応じて前記モータ駆動系に回生指示を供給する回生制御手段とを具備したことを特徴とする電動補助自転車の制御装置。

【請求項 2】 車両の速度を検出する車速検出手段を具備し、

前記回生制御手段が、車速に応じて回生出力を変化させられるように前記回生指示を供給することを特徴とする請求項 1 記載の電動補助自転車の制御装置。

【請求項 3】 前記回生制御手段が、予定の高車速域では車速に応じて回生出力の変化量が漸増されるように前記回生指示を供給することを特徴とする請求項 2 記載の電動補助自転車の制御装置。

【請求項 4】 ブレーキが操作されたことを検出するブレーキ操作検出手段を具備し、

前記回生制御手段が、ブレーキ操作の検出に应答して回生出力が増大されるように前記回生指示を供給することを特徴とする請求項 1 記載の電動補助自転車の制御装置。

【請求項 5】 前記回生制御手段が、車両押し歩き時に相当する予定の低車速域では前記回生指示を禁止することを特徴とする請求項 1 記載の電動補助自転車の制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電動補助自転車の制御装置に関し、特に、電動補助装置を備えない自転車（以下、「通常の自転車」と呼ぶ）と同様の走行感覚で運転できるようにするのに好適な電動補助自転車の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

人力でペダルに加えられた力つまり踏力を後輪に伝達するための人力駆動系と、踏力に応じて人力駆動系に補助動力を付加させることができるモータ駆動系とを備えた電動補助自転車が知られている。この電動補助自転車は踏力とペダル回転数とに応じたモータ出力で人力を補助するよう構成されていて、踏力が大きくなるとモータ出力が大きくなって人力は軽減される。すなわち、モータ出力は踏力比例出力である。

【0003】

また、電動補助自転車と通常の自転車との重量差分を補助できるようにモータ出力を発生させることが考えられる。例えば、特開平 8 - 1 2 7 3 8 6 号公報には、通常の自転車との重量差分をモータで補助するようにして、手押し走行時の人の負担を軽減するようにした電動補助自転車が提案されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来の電動補助自転車は、モータ出力が踏力比例出力であるため、ペダル回転に追従して周期的に大小変化する踏力に対して、この周期的な変化を増幅する方向に補助動力が与えられる。したがって、補助動力によって人の負担は軽減できるが、車速は周期的に変動する傾向がある。

【0005】

一方、上記公報に記載されたように踏力を考慮せずに自転車の重量差分を補助動力でまかなうようにすれば、車速の周期的な変動は発生しない。しかし、従来は、乗車走行時にも踏力を考慮しないで補助動力を与えるようなことは考えられておらず、単に、手押し走行時の部分的な利用に限定されていた。したがって、傾斜路面の走行までも考慮にいれると、傾斜センサ等、他の補助制御手段が必要

であった。

【0006】

また、補助動力を発生させるモータは車両の駆動時のみに使用され、非駆動時に、発電を伴う回生作用については考慮されていなかった。モータの回生は、バッテリーの充電に利用できるとともに、車両に対する有効な制動手段としても利用できることから電動補助自転車へ採用することが望まれる。

【0007】

本発明の目的は、上記課題に鑑み、踏力の周期的な変動を増幅させることなく、傾斜路面や平坦路のいずれにおいても通常の自転車と変わらない走行感覚で運転できる電動補助自転車を実現できるとともに、モータの回生作用を利用できる制御装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】

前記目的を達成するために、本発明は、人力による駆動力を後輪に伝達するための人力駆動系と、バッテリーで付勢されるモータによる駆動力を後輪に伝達するモータ駆動系とを備えた電動補助自転車の制御装置において、車両の実走行抵抗に応じた駆動力を前記モータ駆動系で発生させる補助動力発生手段と、車両の運転状態を判別する運転状態判別手段と、前記実走行抵抗が負の場合に、車両の運転状態に応じて前記モータ駆動系に回生指示を供給する回生制御手段とを具備した点に第1の特徴がある。

【0009】

第1の特徴によれば、平坦地や上り坂では実走行抵抗に応じた補助動力を発生させる一方、実走行抵抗が低下する下り坂では回生により適度な制動が得られるので、平坦地と同様の走行感覚で運転することができる。また、回生による発電電流をバッテリーに充電することができる。

【0010】

また、本発明は、前記回生制御手段が、車速に応じて回生出力を変化させられるように前記回生指示を供給する点に第2の特徴があり、予定の高車速域では車速に応じて回生出力の変化量が漸増されるように前記回生指示を供給する点に第

3の特徴がある。

【0011】

第2の特徴によれば、例えば下り坂の下り程度によって車速が増大したときに、回生出力が増大するように設定すれば、下り坂の程度に応じた制動が働き、下り坂の程度にかかわらず、平坦地と同様の走行感覚で運転することができる。また、第3の特徴によれば、車速が増大するほど、制動がより一層大きく働くので、下り坂で車速制限がされる。

【0012】

また、本発明は、前記回生制御手段が、ブレーキ操作の検出に応答して回生出力が増大されるように前記回生指示を供給する点に第4の特徴がある。第4の特徴によれば、ブレーキ操作による制動に加えて、回生制動が加わり、効果的に車両を制動させることができる。

【0013】

さらに、本発明は、前記回生制御手段が、車両押し歩き時に相当する予定の低車速域では前記回生指示を禁止する点に第5の特徴がある。車両押し歩き時も、走行時より実走行抵抗が低下して下り坂と判断されることがあるが、第5の特徴によれば、このように下り坂と判断されることがあっても低速であった場合には回生出力は制限されるので制動がかかるのを防止できる。

【0014】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図2は、本発明の一実施形態に係る制御装置を有する電動補助自転車の側面図である。電動補助自転車の車体フレーム1は、車体前方に位置するヘッドパイプ2と、ヘッドパイプ2から後下がりに延びるダウンパイプ3と、ダウンパイプ3に連結されて後方に延びるリヤフォーク4と、ダウンパイプ3の最下端から上方に立ち上がるシートポスト5とを備える。

【0015】

ヘッドパイプ2にはフロントフォーク6が回動自在に支持される。フロントフォーク6の下端には前輪7が軸支され、フロントフォーク6の上端には操向ハン

ドル 8 が取り付けられる。操向ハンドル 8 には、ブレーキレバー 9 が設けられ、ブレーキレバー 9 から引き出されるケーブル 1 0 は、フロントフォーク 6 に固定された前輪ブレーキ 1 1 に連結される。同様に後輪ブレーキ用のブレーキレバーも操向ハンドル 8 に設けられるが、図示は省略している。また、ブレーキレバー 9 には、このブレーキレバー 9 が操作されたことを感知するブレーキセンサ（図示せず）が設けられる。

【 0 0 1 6 】

シートポスト 5 の上端に連結される左右一对のステア 1 2 は後下がりに延び、下端近傍でリヤフォーク 4 と結合される。リヤフォーク 4 とステア 1 2 とが結合されてなる部材には後輪 1 3 が支持され、さらに前記部材に支持されて後輪 1 3 のハブと同軸上に補助動力源としてのモータ 1 4 が設けられる。モータ 1 4 としては、高トルクかつ低フリクションである三相ブラシレスモータが好ましい。このモータ 1 4 の具体的な構造や制御に関しては後述する。

【 0 0 1 7 】

シートポスト 5 には、上端にシート 1 5 を備えた支持軸 1 6 が、シート 1 5 の高さを調整可能なように装着される。シート 1 5 の下方でシートポスト 5 と後輪 1 3 との間にはモータ 1 4 に電力を供給するバッテリー 1 7 が設けられる。バッテリー 1 7 は、シートポスト 5 に固着されるブラケット 1 8 に保持される。ブラケット 1 8 には給電部 1 9 が設けられ、この給電部 1 9 は、図示しない電線でモータ 1 4 に結合されるとともに、バッテリー 1 7 の電極に接続される。バッテリー 1 7 の上部は、バンド 2 0 とバックル金具 2 1 とからなる締結具でシートポスト 5 に支持される。

【 0 0 1 8 】

前記ダウンパイプ 3 とシートポスト 5 との交差部には、車体の左右に延びるクランク軸 2 2 が支持され、クランク軸 2 2 には、クランク 2 3 を介してペダル 2 4 が結合される。クランク軸 2 2 には図示しない踏力センサを介して駆動スプロケット 2 5 が連結され、ペダル 2 4 に加えられた踏力は踏力センサを介して駆動スプロケット 2 5 に伝達される。駆動スプロケット 2 5 と後輪 1 3 のハブに設けられた従動スプロケット 2 6 間にはチェーン 2 7 が掛け渡される。チェーン 2

7の張り側および駆動スプロケット25にはチェーンカバー28が被せられる。クランク軸22には、クランク軸22の回転センサが設けられる（図示せず）。回転センサとしては、自動車用エンジンのクランク軸回転検出に用いられるセンサ等、公知のものを使用できる。

【0019】

続いて、クランク軸22に装着された踏力検出装置を説明する。図19はクランク軸22周辺の断面図であり、図20は図19のA-A矢視図である。ダウンパイプ3に固着された支持パイプ100の両端に螺挿されたキャップ101L, 101Rとクランク軸22に形成された段差との間にはボールベアリング102L, 102Rがそれぞれ嵌挿され、クランク軸22を回転自在に支承する。

【0020】

クランク軸22の左右端には、ボルト103Bに適合するナット103Cでクランク23がそれぞれ固定される（右側のみ図示）。クランク23と支持パイプ100との間にはワンウェイクラッチ104の内輪105が固定される。内輪105の外周には駆動スプロケット25がブッシュ105Aを介して回転自在に支承されている。駆動スプロケット25のスラスト方向の位置はナット106Aとプレート106Bとによって規制されている。

【0021】

駆動スプロケット25には蓋体107が一体的に設けられていて、これら駆動スプロケット25と蓋体107で囲繞された空間には、伝達プレート108が配設されている。伝達プレート108は駆動スプロケット25に対して同軸で、かつクランク軸22を軸とした回転方向では互いに予定量のずれが許容されるよう支持されている。

【0022】

駆動スプロケット25および伝達プレー108にまたがって、複数（ここでは6個）の窓109が穿設されており、この窓109の内側には圧縮コイルばね110がそれぞれ收容されている。圧縮コイルばね110は駆動スプロケット25および伝達プレート108間で、互いに回転方向のずれが生じたときに、ずれに対する抗力を生ずるように作用する。

【0023】

伝達プレート108のハブの内周にはワンウェイクラッチ104の外輪としてのラチェット歯111が形成されていて、このラチェット歯111は前記内輪105に支持されて放射方向にばね112で付勢されているラチェット爪113と係合する。ワンウェイクラッチ104には防塵のためのカバー114が設けられる。

【0024】

伝達プレート108には、踏力伝達リング124に固着された踏力伝達用の突起部115に係合する係止孔116が設けられる。駆動用スプロケット25には、突起部115に係止孔116に係合可能にするための窓117が設けられていて、突起部115はこの窓117を貫通して、係止孔116に嵌合される。

【0025】

駆動スプロケット25および伝達プレート108にまたがって、前記窓109とは別の小窓が複数（ここでは3個）穿設されており、この小窓の内側には圧縮コイルばね118がそれぞれ収容される。圧縮コイルばね118は伝達プレート108をその回転方向119側に付勢するように配置されている。すなわち、駆動スプロケット25と伝達プレート108との結合部のガタを吸収する方向に作用しており、伝達プレート108の変位が駆動スプロケット25へ良好な応答性で伝達されるように機能する。

【0026】

駆動スプロケット25の、車体寄りつまりダウンパイプ3側には、踏力検知装置のセンサ部分（踏力センサ）47が装着されている。踏力センサ47は駆動スプロケット25に固定された外側リング120と、この外側リング120に対して回転自在に設けられ、磁気回路を形成するためのセンサ本体121とを有する。

【0027】

外側リング120は電気絶縁性を有する材料で形成されており、図示しないボルトで駆動スプロケット25に固定される。外側リング120の、駆動スプロケット25側にはカバー122が設けられ、止めねじ123で外側リング120に

固定されている。

【 0 0 2 8 】

図 2 1 は、センサ本体 1 2 1 の拡大断面図である。前記クランク軸 2 2 と同心にコイル 1 2 5 が設けられ、このコイル 1 2 5 の軸方向両側に配置されて、コイル 1 2 5 の外周方向に張り出した一対のコア 1 2 6 A, 1 2 6 B が設けられる。また、前記コア 1 2 6 A, 1 2 6 B 間には、環状の第 1 誘導体 1 2 7 と第 2 誘導体 1 2 8 が設けられる。第 1 誘導体 1 2 7 と第 2 誘導体 1 2 8 とは、踏力伝達リング 1 2 4 から伝達される踏力に応じて互いに円周方向で変位可能であり、この変位によって、コア 1 2 6 A, 1 2 6 B 間における部分での互いの重なり量が変化するように構成される。その結果、コイル 1 2 5 に通電したとき、コア 1 2 6 A, 1 2 6 B およびコアカラー 1 2 9、ならびに第 1 誘導体 1 2 7 および第 2 誘導体 1 2 8 を含む磁気回路の磁束は踏力に応じて変化する。そこで、この磁束の関数であるコイル 1 2 5 のインダクタンス変化を検出して踏力検出することができる。なお、図 1 9 において、符号 1 3 0, 1 3 1 はセンサ本体 1 2 1 の支持部材、符号 1 3 2 はベアリング、符号 1 3 3 はコイル 1 2 5 から引き出されるリード線である。

【 0 0 2 9 】

上記踏力検出装置は、本出願人の先願（特願平 1 1 - 2 5 1 8 7 0 号（整理番号 A 9 9 - 1 0 2 6））の明細書に詳細に記載されている。なお、踏力検出装置は、上述のものに限らず、公知のものを適宜選択して使用することができる。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、モータ 1 4 の断面図である。リヤフォーク 4 の後端およびステー 1 2 の下端の接合部から後方に張り出したプレート 2 9 には、変速機を組み込んだシリンダ 3 0 が軸 3 1 で支持される。シリンダ 3 0 の外周にはホイールハブ 3 2 が嵌合される。ホイールハブ 3 2 は内筒および外筒を有する環状体であり、内筒の内周面がシリンダ 3 0 の外周に当接する。ホイールハブ 3 2 の側面には、シリンダ 3 0 から張り出した連結板 3 3 がボルト 3 4 によって固定される。ホイールハブ 3 2 の外筒の内周にはモータ 1 4 のロータ側磁極を構成するネオジウム磁石 3 5 が所定間隔をおいて配置される。すなわち外筒は磁石 3 5 を保持したロータコ

アを構成する。

【 0 0 3 1 】

ホイールハブ 3 2 の内筒の外周には軸受 3 6 が嵌合し、この軸受 3 6 の外周にはステータ支持板 3 7 が嵌合する。ステータ支持板 3 7 の外周にはステータ 3 8 が配置され、ボルト 4 0 によって取り付けられる。ステータ 3 8 はロータコアつまりホイールハブ 3 2 の外筒と所定の細隙を有するように配置され、このステータ 3 8 には、三相コイル 3 9 が巻装される。

【 0 0 3 2 】

ステータ支持板 3 7 の側面には、ホール素子で構成される磁極センサ 4 1 が設けられる。磁極センサ 4 1 は前記ホイールハブ 3 2 から突出して設けられる磁石 4 2 が通過するときの磁束変化を感知して、ロータとしてのホイールハブ 3 2 の位置信号を出力する。磁極センサ 4 1 はモータ 1 4 の各相に対応して 3 カ所に設けられる。

【 0 0 3 3 】

また、ステータ支持板 3 7 の側面には、磁極センサ 4 1 からの位置信号によって前記三相コイル 3 9 への通電制御を行うための制御基板 4 3 が設けられ、この制御基板 4 3 上には CPU や F E T 等の制御素子が装着される。なお、制御基板 4 3 は前記磁極センサ 4 1 用の取り付け基板と一体化できる。

【 0 0 3 4 】

ホイールハブ 3 2 の外周には図示しない後輪のリムと連結されるスポーク 4 4 が固着される。さらに、ステータ支持板 3 7 の、前記制御基板 4 3 等が装着された側とは反対側には、ボルト 4 5 によってブラケット 4 6 が固定され、ブラケット 4 6 は前記車体フレームのプレート 2 9 に図示しないボルトで結合される。

【 0 0 3 5 】

このように、後輪 1 3 の軸 3 1 と同軸上に配置したステータとロータとからなる三相ブラシレスモータ 1 4 が設けられ、チェーン 1 7 と従動スプロケット 2 6 とによって伝達される人力に付加される補助動力を発生する。

【 0 0 3 6 】

続いて、上記モータ 1 4 に対する通電制御つまり出力制御について説明する。

図 4 は、想定走行路における補助動力の発生態様を示す図であり、横軸は時間軸である。ここでは、平坦路から始まり、上り坂および下り坂を経て、再び平坦路を走行する路面を想定する。この想定走行路において、平坦路から徐々に速度を上げ、上り坂にさしかかった後、定速走行する走行パターンを設定する。図中、曲線で示された駆動力は踏力比例で補助動力を発生させた従来の制御に係るものであり、小さい曲線は踏力 T_a による駆動力（人力） P_h を示し、この曲線と同位相の大きい曲線はモータによる補助動力 P_m を示す。この図から理解されるように、人力 P_h と補助動力 P_m とが 1 対 1 の比となるように制御する従来方式では、上り坂において補助動力 P_m は増大するものの、人力 P_h も高いレベルにある。

【 0 0 3 7 】

これに対して、本実施形態では、平坦路、上り坂および下り坂のいずれの路面においても所定の駆動力つまり軽快車の平地走行抵抗相当の駆動力を人が分担するように制御する。具体的には、走行によって生じる走行抵抗 R_a のうち、一般に軽快車と呼ばれる、通常の自転車のうちでも比較的重量の小さい車両を平坦路で運転するときの抵抗分のみを人力で負担し、残りをモータ 14 の出力で補助するようにする。これによって、運転者はどのような路面であっても平坦路を軽快車で走行するときのような感覚で運転できる。図 4 において、走行時に実際に発生する抵抗 R_a に対して、補助動力 P_m を与えるようにモータトルクを発生させる。この際、 $(R_a - P_m)$ が所定値となるようにモータトルクは決定される。つまり、運転者は軽快車の平地走行抵抗に相当する所定の踏力 T_a によって自転車を走行させることができる。

【 0 0 3 8 】

以下に、上記出力制御をさらに詳細に説明する。但し、上記の内容は、本実施形態における出力制御の基本的概念であり、以下に述べる具体的な制御では、種々の変形も含んでいる。

【 0 0 3 9 】

図 1 は、実走行抵抗に応じてモータ 14 の出力を制御する制御装置の要部機能ブロック図であり、この機能における演算部および記憶部等はマイクロコンピュータによって実現できる。同図において、踏力検出部 51 は踏力センサ 47 の検

出信号により踏力 T_a を検出する。クランク回転数検出部 5 2 はクランク回転センサ 4 8 の検出信号によりクランク回転数 N_{CR} を検出する。人力算出部 5 3 は、ペダル 2 4 から入力される踏力に比例した駆動力 P_h を、次式（式 1）を使用して算出する。 $P_h = T_a \times N_{CR} \times k_1 \dots$ （式 1）。但し、 k_1 は係数である。

【 0 0 4 0 】

総駆動力算出部 5 4 は人力によって得られる駆動力 P_h とモータトルク T およびモータ回転数 N_m に基づくモータ出力とを加算して総駆動力 P_w を算出する。ここで使用されるモータトルク T は前回値つまり前回値メモリ 6 1 に格納されている値 $T-1$ である。

【 0 0 4 1 】

モータ回転数検出部 5 6 はモータ回転センサ 4 9 の検出信号によりモータ回転数 N_m を検出する。車速検出部 5 7 は車速センサ 5 0 の検出信号により車速 V を検出する。なお、モータ回転センサ 4 9 および車速センサ 5 0 として前記磁極センサ 4 1 を使用できる。

【 0 0 4 2 】

車速メモリ 5 8 には車速 V の前回検出値 $V-1$ が記憶される。車速変化量算出部 5 9 は車速 V の前回値 $V-1$ と今回値 V との差 ΔV を算出する。標準走行抵抗演算部 6 0 は車速 V により通常の自転車の平地走行抵抗 R_r をマップ検索する。

【 0 0 4 3 】

走行抵抗算出部 6 2 は総駆動力 P_w および車速変化量 ΔV に基づいて車速 V 毎のマップを検索して実走行抵抗 R_a を算出する。実走行抵抗 R_a を求めるマップは後述する。なお、走行抵抗算出部 6 2 では、総駆動力 P_w に代えて総駆動力 P_w の積算値を用いてもよい。すなわち、総駆動力積算部 5 5 を設けて、その出力を使用できる。総駆動力積算部 5 5 は、予定時間毎または予定期間毎の総駆動力 P_w を積算して積算値 $P \cdot h$ を求める。例えば、クランク軸 2 2 の 1 回転中の総駆動力 P_w の積算値 $P \cdot h$ を求める。

【 0 0 4 4 】

補助動力算出部 6 3 は実走行抵抗 R_a から通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を減算してモータ 1 4 による補助動力 P_m を算出する。モータトルク算出部 6 4 では

、モータ回転数 N_m と補助動力 P_m とに基づいてモータ14に指令するモータトルク T を算出する。モータトルク T は予めモータ回転数 N_m と補助動力 P_m との関数として設定されるマップを検索することによって求める。算出されたモータトルク T はモータ14の制御部に出力されるとともに、前回値メモリ61に格納される。

【0045】

このように、上記制御装置によれば、ペダル24を一漕ぎする間の投入エネルギーに対応する車速変化によって実走行抵抗 R_a が求められ、この実走行抵抗 R_a のうち、通常の自転車の平地走行時の走行抵抗分 R_r を除いた分がモータ14の出力となって人力に付加される。

【0046】

図5は、上記制御装置の要部機能（その2）を示すブロック図である。この制御装置では、路面傾斜判断手段を備え、路面傾斜に応じて補助動力 P_m を増減調整できる。図5において、アシスト車平地走行抵抗算出部65を備え、車速 V に基づいて、予め定めたマップを検索してアシスト車平地走行抵抗 R_1 を算出する。路面傾斜判断部66は、走行抵抗算出部62で算出された実走行抵抗 R_a とアシスト車平地走行抵抗 R_1 とに基づき、実走行抵抗 R_a が平地走行抵抗 R_1 より予定以上に大きい場合は、上り坂走行であると判断し、実走行抵抗 R_a が平地走行抵抗 R_1 より予定より小さい場合は、下り坂走行であると判断する。上り坂開始時は、タイマ67を起動し、このタイマ67による計測が終了するまで補助力増大部68を付勢する。一方、下り坂開始時は、タイマ69を起動し、このタイマ69による計測が終了するまで補助動力低減部70を付勢する。

【0047】

補助動力増大部68は補助動力の算出に使用される係数を、補助動力 P_m が増大するように補正し、補助動力低減部70は、補助動力の算出に使用される係数を、補助動力 P_m が低下するように補正する。補助動力算出部63は、補助動力増大部68および補助動力低減部70から供給される補正された係数に従って、路面傾斜に応じて補正された補助動力 P_m を出力する。

【0048】

図6は、補助動力決定のタイミングを示す図である。同図には、車速 V 、踏力 T_a 、モータによる補助動力 P_m 、並びにこれらの検出・演算タイミングを示す。各センサの検出出力は踏力 T_a の最小値が検出されたときから、次に踏力 T_a が最小値になるまでの間に読み込まれる。そして、踏力 T_a が最小値となったときに、その時点での各センサの検出値をもとに、次回の補助動力 P_m の演算を開始する。また、踏力 T_a が最小値となったときに、車速 V を検出し、前回の車速との差 ΔV を算出する。例えば、タイミング t_1 、 t_2 、 t_3 で、補助動力 P_m の演算と、車速差 $(V - V-1)$ の演算とを行う。また、タイミング t_1 、 t_2 、 t_3 で演算開始された補助動力 P_m を得るための通電デューティをタイミング t_1' 、 t_2' 、 t_3' でそれぞれ指示する。

【0049】

図7は、モータ14の出力制御回路図であり、図8は通電タイミングと通電デューティを示す図である。図7において、全波整流器71は3相のステータコイル39に接続されたFET（一般的には個体スイッチング素子）71a、71b、71c、71d、71e、71fを有し、このFET71a～71fはドライバ72によって通電制御される。通電デューティは前記モータトルク算出部64から供給される指示に基づいてデューティ設定部73で設定されドライバ72に入力される。

【0050】

補助動力 P_m を付与する駆動タイミングにおいては、前記デューティ設定部73からドライバ72に通電デューティが供給され、ドライバ72はこの通電デューティに従い、FET71a～71fを付勢し、バッテリー17から電流を供給する。一方、回生出力を発生させる場合は、前記駆動タイミングから電気角で180度ずれた回生タイミングにおいて、前記デューティ設定部73からドライバ72に通電デューティが供給され、ドライバ72はこの通電デューティに従い、FET71a～71fを付勢する。回生タイミングでFET71a～71fが付勢されると、ステータコイル39に発生した電流はFET71a～71fで整流され、バッテリー17に給電される。

【0051】

なお、駆動タイミングか回生タイミングであるかは、モータトルク算出部64から供給される要求モータトルク T をもとにトルク判断部74で判断される。モータトルクの要求値 T が正であるときは駆動タイミングに通電タイミングを設定し、モータトルクの要求値 T が負であるときは回生タイミングに通電タイミングを設定する。

【0052】

図8において、FET71a~71fは通電角を電気角120度に設定して付勢される。同図は、駆動タイミングでの通電タイミングを示し、回生タイミングでは、ハイ側のFET71a, 71c, 71eをこの駆動タイミングから電気角で180度ずらせる。

【0053】

図9、図10は、実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチャートである。同図において、ステップS1では、モータ回転センサ49の検出出力に基づいて車速 V を算出する。ステップS2では、車速 V に基づいて電動補助自転車（以下、「アシスト車」という）の平地走行抵抗 R_1 、および通常の自転車（軽快車）の平地走行抵抗 R_r を算出する。例えば、車重量12kgの軽快車を体重55kgの人が運転する場合を標準の平地走行抵抗 R_r とし、車重量26kgのアシスト車を体重65kgの人が運転する場合をアシスト車の平地走行抵抗 R_1 とする。

【0054】

これら平地走行抵抗 R_1 、 R_r は、予め設定されているマップから検索することができる。図11は、車速 V と平地走行抵抗 R_1 、 R_r との関係についてその一例を示すマップである。同図には、アシスト車の平地走行抵抗 R_1 および通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を、それぞれ車速 V の関数として示す。このマップに車速 V を適用してアシスト車の平地走行抵抗 R_1 および通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を求めることができる。

【0055】

図9に戻り、ステップS3では、前回検出した車速 $V-1$ と今回検出した車速 V との差（ $V-V-1$ ）を算出して車速変化量 ΔV （値が負のときは減速）を求める

。ステップ S 4 では、踏力センサ 4 7 およびクランク回転センサ 4 8 の検出出力により、それぞれ踏力 T_a およびクランク回転数 N_{CR} を検出する。ステップ S 5 では、次式（式 2）により、踏力 T_a およびクランク回転数 N_{CR} の関数である踏力比例分の出力つまりモータトルク T_0 を算出する。モータトルク $T_0 = f(T_a, N_{CR}) \dots$ （式 2）。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 6 では、モータ回転センサ 4 9 の出力つまりモータ 1 4 の回転数 N_m を検出する。ステップ S 7 では、前回のモータトルク T_{-1} を前回値メモリ 6 1 から読み出す。ステップ S 8 では、次式（式 3）により、総駆動力 P_w つまり人力 P_h と補助動力 P_{m-1} との総計を算出する。駆動力 $P_w = (T_a \times N_{CR} \times k_1) + (T_{-1} \times N_m \times k_2) \dots$ （式 3）。ここで、 k_1 、 k_2 は係数である。

【 0 0 5 7 】

ステップ S 9 では、次式（式 4）により、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV 、および車速 V の関数である実走行抵抗 R_a を算出する。実走行抵抗 $R_a = f(P_w, \Delta V, V) \dots$ （式 5）。この実走行抵抗 R_a の算出は、具体的には、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV および実走行抵抗 R_a の関係マップを複数段階の車速 V 毎（例えば 5 km/時毎）に準備しておき、このマップを検索して求めることができる。図 1 2 は、駆動力 P_w 、速度変化量 ΔV および実走行抵抗 R_a の関係を速度変化量 ΔV をパラメータとしたマップの一例である。同図には、アシスト車の平地走行抵抗 R_1 および通常の自転車の平地走行抵抗 R_r を、それぞれ車速 V の関数として示す。このようなマップを複数段階の車速 V 毎に用意する。上述のように、駆動力 P_w に代えて 1 サイクルつまりクランク軸 2 2 の 1 回転毎の総駆動力の積算値 $P \cdot h$ を用いてもよい。

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 0 では、路面の傾斜判断つまり上り坂か下り坂かの判断を行う。この判断は実走行抵抗 R_a とアシスト車の平地走行抵抗 R_1 との比の値によって判断することができる。例えば、比の値 (R_a/R_1) が「5」以上では上り坂、「-1」では下り坂、これらの中間の値では平坦地と判断する。

【 0 0 5 9 】

上り坂と判断されれば、ステップS11に進み、下り傾斜であることを示すフラグF1をクリアにする。ステップS12では、上り坂を示すフラグF0がセットされているか否かを判別し、これが肯定ならばステップS23（図10）に進む。ステップS12が否定ならばステップS13で係数Kに「1.2」をセットする。係数Kを大きくすることにより、後述のように、補助動力 P_m が小さくなり、上り坂にさしかかったことを運転者に実感させることができる。

【0060】

ステップS14では、カウンタ値nをインクリメントする。ステップS15では、カウンタ値nが「5」になったか否かを判断する。カウンタ値nが「5」になったならばステップS16で該カウンタ値nをクリアにし、フラグF0をクリアにして、ステップS23（図10）の傾斜補正值算出処理（図15、図16に関して後述）を行う。カウンタ値nが「5」になっていないときは、ステップS24（図10）に進む。

【0061】

一方、下り坂と判断されれば、ステップS17に進み、上り傾斜であることを示すフラグF0をクリアにする。ステップS18では、下り坂を示すフラグF1がセットされているか否かを判別し、これが肯定ならばステップS23（図10）に進む。ステップS18が否定ならば係数Kに「0.8」をセットする。係数Kを小さくすることにより、後述のように、補助動力 P_m が大きくなり、下り坂になったことを運転者に実感させることができる。ステップS20では、カウンタ値mをインクリメントする。ステップS21では、カウンタ値mが「3」になったか否かを判断する。カウンタ値mが「3」になったならばステップS22で該カウンタ値mをクリアにし、フラグF1をクリアにして、ステップS23に進む。カウンタ値mが「3」になっていないときは、ステップS24（図10）に進む。ステップS10で平坦地であると判断されたときは、係数Kやカウンタ値m、n等の処理を行わず、ステップS24に移行する。

【0062】

図10において、ステップS24では、ブレーキスイッチがオンか否かを判断する。ブレーキスイッチがオンになっていれば、ステップS25で係数Kに定数

「1. 2」を乗算してステップS26に進む。この係数Kの乗算により後述のように回生出力が大きくなる。ブレーキスイッチがオンでない場合は、ステップS25をスキップしてステップS26に進む。ステップS26では、通常の自転車の平地走行抵抗 R_r に係数Kを乗算する。ステップS27では、次式（式6）により、補助動力 P_m を算出する。補助動力 $P_m = R_a - R_r \cdots$ （式6）。

【0063】

上記式6から理解できるように、補助動力 P_m は通常の自転車の平地走行抵抗 R_r が大きい場合に小さくなり、この平地走行抵抗 R_r が小さい場合に大きくなる。ステップS26で平地走行抵抗 R_r に係数Kが乗算されているので、この係数Kによって補助動力 P_m は変化する。したがって、上り坂であると判断されて係数Kに「1. 2」が設定された場合（ステップS13）、カウンタ n が予定値「5」になるまでの期間は補助動力 P_m が小さくなって、運転者は負荷の増大を感じる。一方、下り坂であると判断されて係数Kに「0. 8」が設定された場合（ステップS19）、カウンタ m が予定値「3」になるまでの期間は補助動力 P_m が大きくなって、運転者は負荷の減少を感じる。

【0064】

また、前記ステップS25で係数Kを大きくした場合には、次の理由で回生出力が増大する。すなわち、ブレーキをかけるような状況では総駆動力 P_w は小さく、実走行抵抗 R_a も負の値になっている。したがって、係数Kを大きくして走行抵抗 R_r を大きくすることにより、ステップS27の処理で実走行抵抗 R_a の負の値は一層大きくなり、回生出力は増大する。こうして、ブレーキ操作時には、モータ14による回生制動により効果的に制動できる。

【0065】

ステップS28では、次式（式7）により補助動力 P_m とモータ回転数 N_m との関数であるモータトルク T を算出する。モータトルク $T = f(P_m, N_m) \cdots$ （式7）。

【0066】

なお、モータトルク T を次のように変更してもよい。ステップS29では、モータトルク T に、踏力比例分のモータトルク T_0 を加算する。この変更により、

走行領域全域で軽快な運転が可能である。

【0067】

ステップS30では、モータ14の通電タイミングを制御する。算出されたモータトルクTが正であればモータ14を制御する前記全波整流器71の制御素子(FET)を駆動時のタイミングで付勢する。一方、算出されたモータトルクTが負であればモータ14を制御する制御素子(FET)を回生のためのタイミングで付勢する。すなわち、駆動時に対して電気角で180度ずれたタイミングを設定する。ステップS31では、通電のデューティをモータトルクTの絶対値に基づいて決定する。

【0068】

ステップS32では、下り坂であると判断されていたときに車速Vが予定の低速(例えば5km/時以下)であるか否かを判断する。この判断が否定の場合は、ステップS33に進んで上記ステップS26、S27の設定をモータ14に出力する。すなわち、下りと判断されても押し歩きのような低速状態であると判断されたような場合は、モータ14の通電制御は行われず、したがって、回生制御出力は発生しない。

【0069】

また、ステップS29は次のように変形できる。図13の変形例において、ステップS34では、平坦地か否かを判断し、平坦地の場合は踏力比例分のモータトルクT0を加算する(ステップS35)。また、ステップS35に代えてステップS36のようにモータトルクTを踏力比例分のモータトルクT0で置き換えることができる。これにより、平坦地では、踏力比例による補助動力P_mを得て運転することができる。

【0070】

さらに、ステップS29は次のように変形できる。図14の変形例において、ステップS37では、車速Vが予定の低速(例えば5km/時以下)であるか否かを判断し、低速であると判断された場合は、踏力比例分のモータトルクT0を加算する(ステップS38)。また、ステップS38に代えてステップS39のようにモータトルクTを踏力比例分のモータトルクT0で置き換える。これによ

り、例えば、漕ぎ始めには、踏力に比例したモータトルク T により補助動力が得られる。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 9 ならびにその変形例の機能を図 1 7 に機能ブロック図で示す。同図において、モータトルク算出部は 6 4 A は、図 1 に関して説明した算出部 6 4 と同様、モータ 1 4 による補助動力 P_m とモータ回転数 N_m との関数として、モータトルク T を算出する。さらに、モータトルク算出部 6 4 A は、入力算出部 5 3 で検出された踏力比例の駆動力 P_h とクランク回転数 N_{CR} との関数として、モータトルク T_0 を算出する。運転状態判別部 7 5 は、実走行抵抗 R_a 、アシスト車平地走行抵抗 R_1 、および車速 V 等に基づいて車両の運転状態を判別し、その運転状態により、モータトルク T および T_0 の加算値またはモータトルク T_0 をモータ 1 4 に指令する。

【 0 0 7 2 】

続いて、前記ステップ S. 2 3 の具体例を説明する。ステップ S 2 3 では、係数 K を走行路の傾斜に適合するように補正する。まず、上り坂補正の例を示す。図 1 5 は、上り坂を走行する場合の車速 V に対応する係数 K の値を示す図である。同図(a)は 1 秒間の車速変化量が 3 k m / 時未満の例、同図(b)は車速変化量が 3 k m / 時以上の例である。なお、係数 K の初期値は「1. 0」とする。図 1 5 (a)において、漕ぎ始めのように車速 V が低い（例えば 5 k m / 時以下）場合は、係数 K を小さくして補助動力 P_m を大きくする。そして、車速 V が増大してきた後は、係数 K を初期値に戻す。

【 0 0 7 3 】

図 1 5 (b)において、車速 V が低いとき（例えば、5 k m / 時、または 1 0 k m / 時）は、係数 K を小さくして補助動力 P_m を大きくする。そして、車速 V が増大するに従って、徐々に係数 K を初期値に戻していく。すなわち、加速時は、補助動力 P_m を急には小さくせず、車速 V がある程度（例えば、2 0 k m / 時）大きくなるまでは大きい値に維持する。なお、上り坂の走行の補正例は、平坦地の走行にも適用できる。

【 0 0 7 4 】

次に下り坂補正の例を示す。図16は、下り坂を走行する場合の車速Vに対応する係数Kの値を示す図である。係数Kの初期値は「1.0」である。図16において、下り坂で漕ぎ始めたような、車速Vが低い（例えば15km/時以下）場合は、係数Kを小さくして回生出力を小さくする。そして、車速Vが増大してきた場合、例えば、15km/時から20km/時の間は、係数Kを車速Vの増大に比例させて大きくし、回生出力を徐々に大きくしていく。さらに車速Vが増大した場合は、車速Vがある程度（例えば、25km/時）大きくなるまで、係数Kを急激に（例えば、二次曲線的に）、大きくする。これにより、回生出力は急増し、車速Vが急速に制限される。

【0075】

図18は回生制御の要部機能を示すブロック図である。同図において、走行抵抗判別部76は、走行抵抗算出部62から入力される実走行抵抗Raが正か負かを判別し、負の場合に回生指示部77を付勢する。回生指示部77は、走行抵抗判別部76からの出力で付勢されると、運転状態を判断して、その判断に基づいてモータ104のドライバ72に回生出力指示を供給する。運転状態はブレーキ操作がなされているか、車速Vは予定値か等によって判断する。

【0076】

車速判別部78は車速Vが予定値（例えば押し歩き速度程度に設定される）以下かどうかを判断し、予定値以下であれば検出信号Saを出力する。また、平地走行抵抗算出部79は、車速Vに対応するアシスト車の平地走行抵抗R1をマップ（一例として図11のもの）で保持していて、車速Vが入力されるとそれに対応して平地走行抵抗R1を路面傾斜判断部80に入力する。路面傾斜判断部80は実走行抵抗Raと平地走行抵抗R1とにより路面の傾斜が下り傾斜かどうかを判断し、下り傾斜のときに検出信号Sbを出力する。前記検出信号Sa, Sbがいずれも出力された時はアンドゲート81が開いて回生指示無効信号が回生指示部77に入力される。

【0077】

車速対応演算部82には、車速Vに対応する係数Kがマップ（一例として図16のもの）として保持されていて、車速Vが入力されると車速に応じた係数Kを

出力する。ブレーキ検出部 83 はブレーキスイッチが操作されたときに検出信号を出力する。ブレーキ時補正部 84 はブレーキ検出部 83 から検出信号が供給されると、係数 K に予定値を乗算して出力する。

【0078】

回生指示部 77 はブレーキ補正部 84 や車速域対応演算部 82 で補正された係数 K に従って補正されたモータトルクを算出し、回生出力を決定してドライバ 72 に指示をする。また、回生指示無効信号が入力されると、回生指示部 77 はドライバ 72 に対する回生出力指示を行わない。

【0079】

このように、実走行抵抗 R_a が負の時にモータ 14 は回生出力を発生するように運転される一方、走行抵抗による路面傾斜判断で下り坂と判断されたようなときは、そのときの車速 V が予定値以下の低速であれば、回生出力は禁止される。

【0080】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなとおり、請求項 1 ～請求項 5 の発明によれば、平坦地や上り坂では実走行抵抗に応じた補助動力を発生させる一方、実走行抵抗が低下する下り坂では回生により適度な制動が得られるので、平坦地と同様の走行感覚で運転することができる。また、回生による発電電流をバッテリーに充電することができる。

【0081】

請求項 2 の発明によれば、例えば下り坂の下り程度によって車速が増大したときに、回生出力が増大するように設定すれば、下り坂の程度に応じた制動が働き、下り坂の程度にかかわらず、平坦地と同様の走行感覚で運転することができる。請求項 3 の発明によれば、車速が増大するほど、制動がより一層大きく働くので、下り坂で車速制限がされる。

【0082】

また、請求項 4 の発明によれば、ブレーキ操作による制動に加えて、回生制動が加わり、効果的に車両を制動させることができる。さらに、請求項 5 の発明によれば、車両押し歩き時には回生出力が制限されて制動がかからないため、回生

を行っても楽に押し歩きをすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態に係る制御装置の要部機能を示すブロック図である。

【図 2】 本発明の一実施形態に係る制御装置を有する電動補助自転車の側面図である。

【図 3】 モータの断面図である。

【図 4】 路面状態の変化と駆動力の変化との関係を示す図である。

【図 5】 傾斜面開始時に補助動力の制御機能を示すブロック図である。

【図 6】 車速および踏力による補助動力決定のタイミングを示すタイミングチャートである。

【図 7】 モータの制御回路図である。

【図 8】 モータの制御タイミングを示すタイミングチャートである。

【図 9】 実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチャート（その 1）である。

【図 10】 実走行抵抗に応じた補助動力を発生する処理の要部フローチャート（その 2）である。

【図 11】 車速と平地走行抵抗との関係を示すマップである。

【図 12】 車速変化量と駆動力とによって実走行抵抗を検索するマップの一例を示す図である。

【図 13】 ステップ S 2 9 の変形例に係るフローチャートである。

【図 14】 ステップ S 2 9 の別の変形例に係るフローチャートである。

【図 15】 補助動力の補正係数と車速との関係を示す図（その 1）である。

【図 16】 補助動力の補正係数と車速との関係を示す図（その 2）である。

【図 17】 踏力比例の補助動力と実走行抵抗に応じた補助動力を使い分けるための機能を示すブロック図である。

【図 18】 回生出力制御のための要部機能を示すブロック図である。

【図 19】 踏力検知装置を含む人力駆動装置の要部断面図である。

【図 20】 図 19 の A-A 矢視図である。

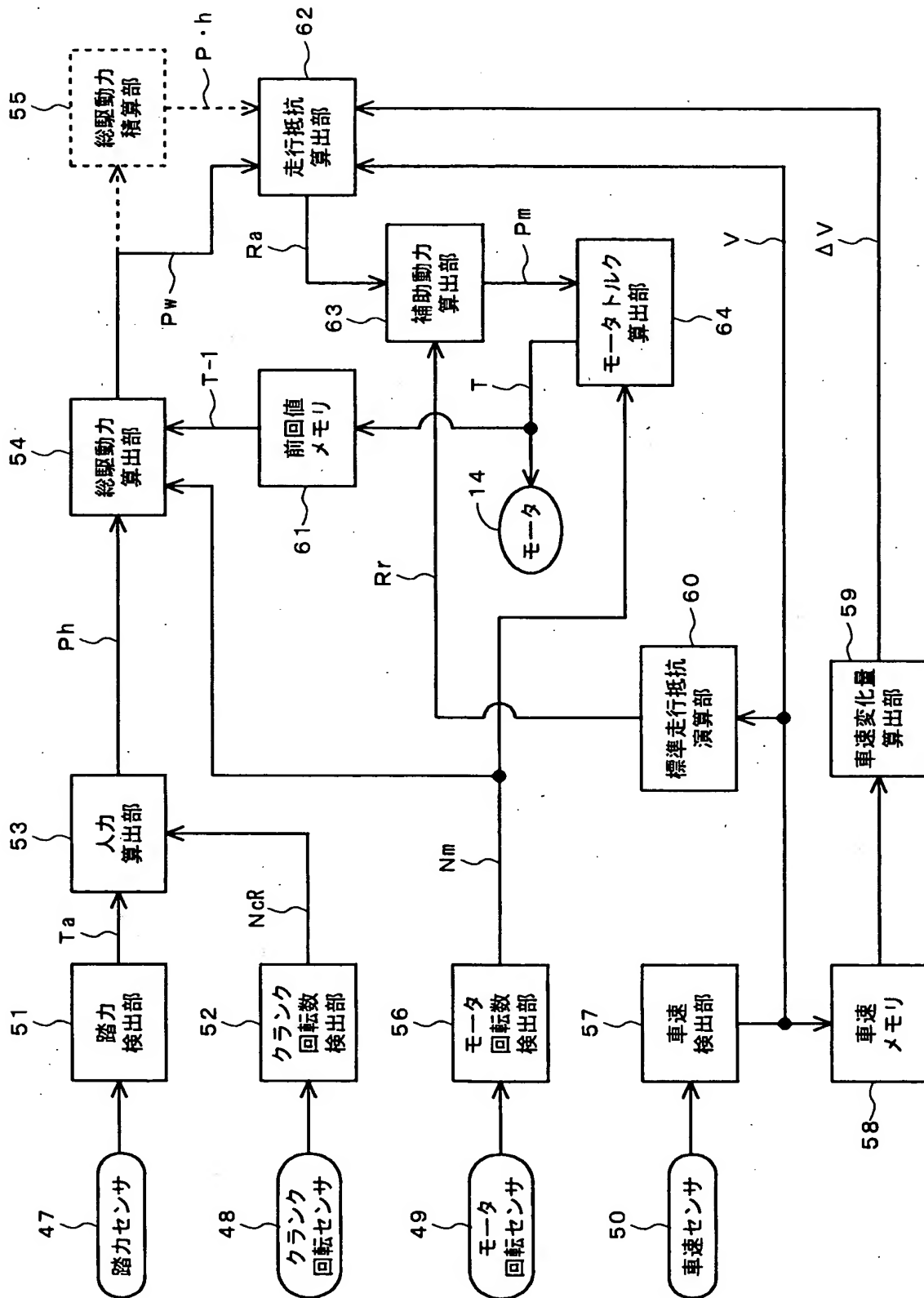
【図 21】 踏力検出装置の拡大断面図である。

【符号の説明】

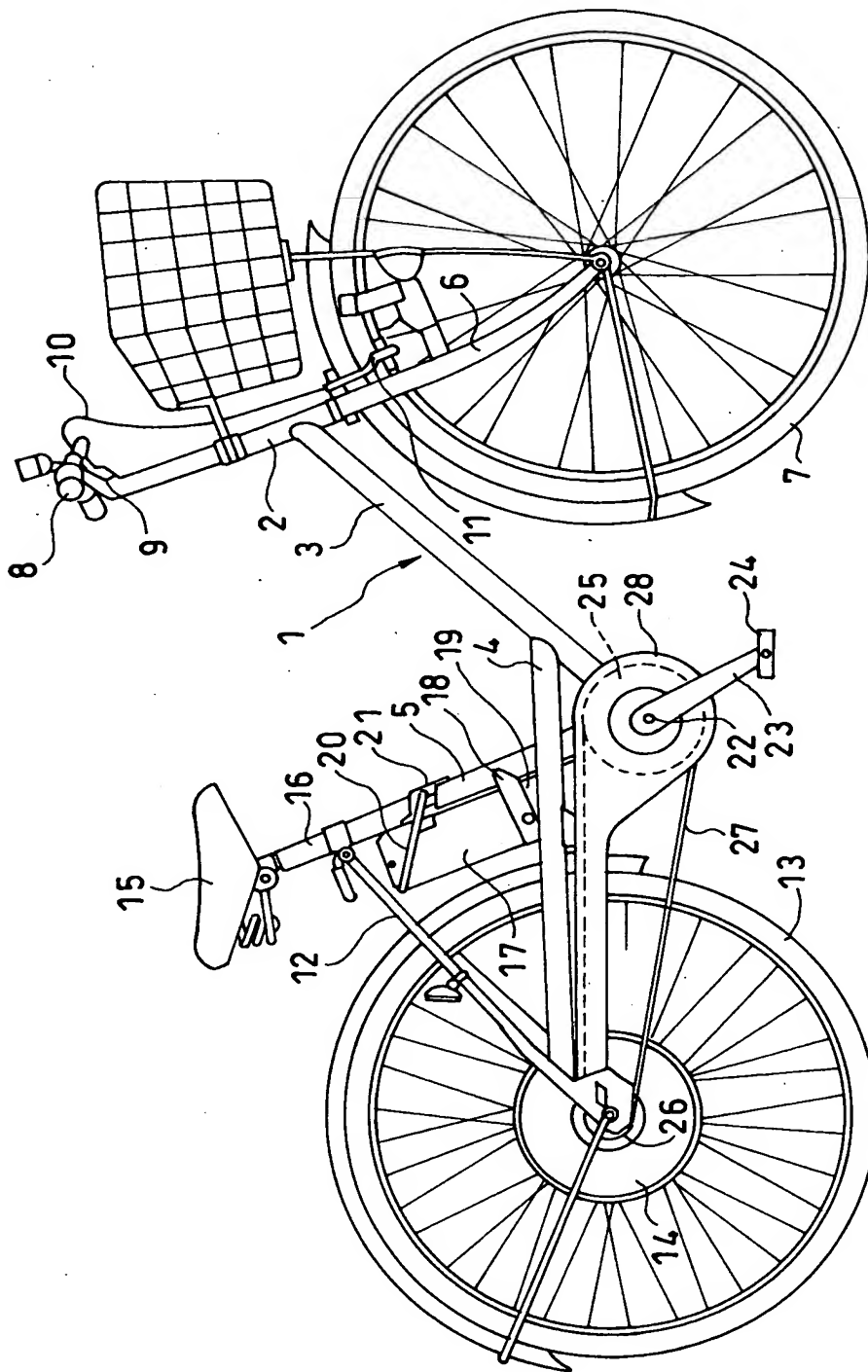
1…車体フレーム、 5…シートポスト、 8…操向ハンドル、 9…ブレーキ
レバー、 14…モータ、 17…バッテリー、 22…クランク軸、 24…ペ
ダル、 27…チェーン、 32…ホイールハブ、 35…磁石、 37…ステ
ータ支持板、 39…ステータコイル、 41…磁極センサ、 43…基板、
47…踏力センサ、 48…クランク回転センサ、 49…モータ回転センサ、
50…車速センサ、 59…車速変化量算出部、 62…走行抵抗算出部、
75…運転状態判別部、 77…回生指示部、 78…車速判別部、 80…
路面傾斜判断部、 83…ブレーキ検出部

【書類名】 図面

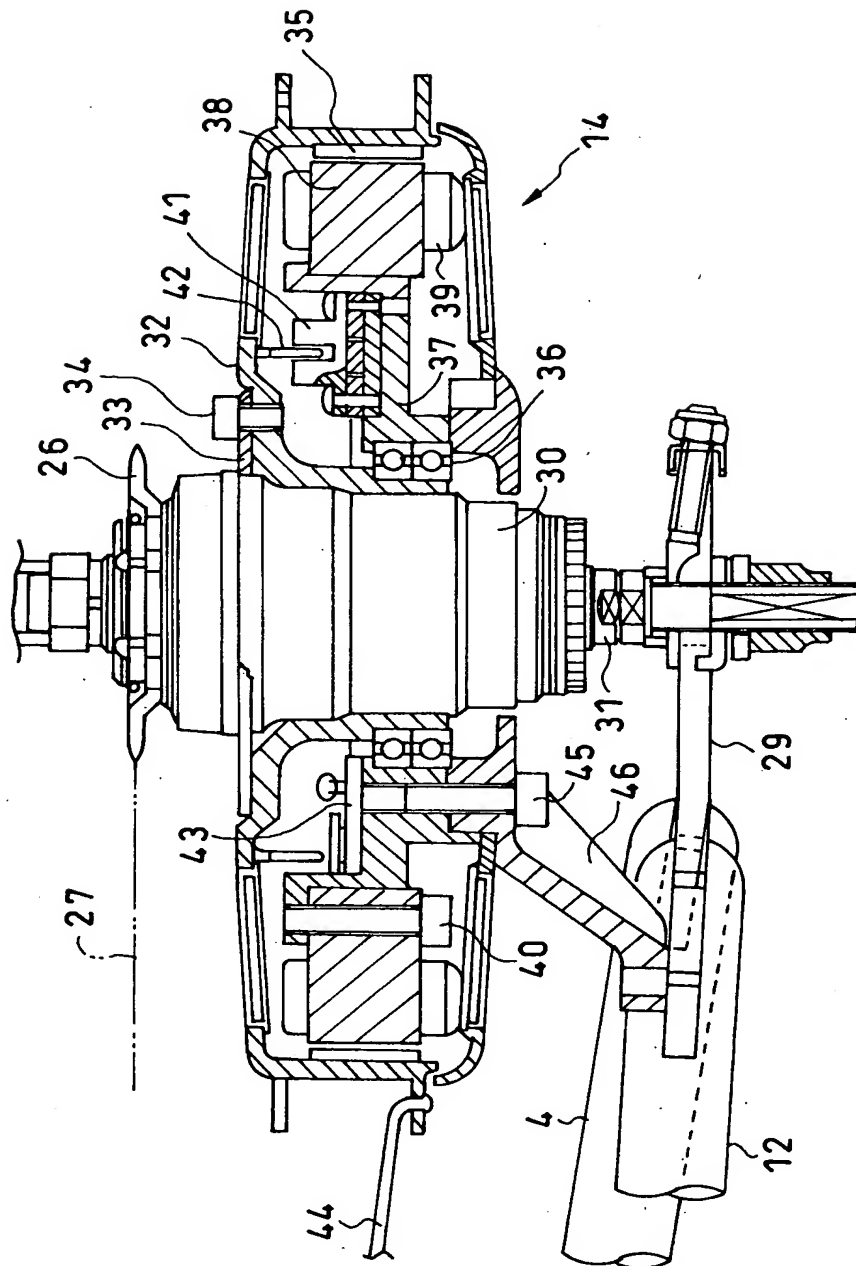
【図 1】



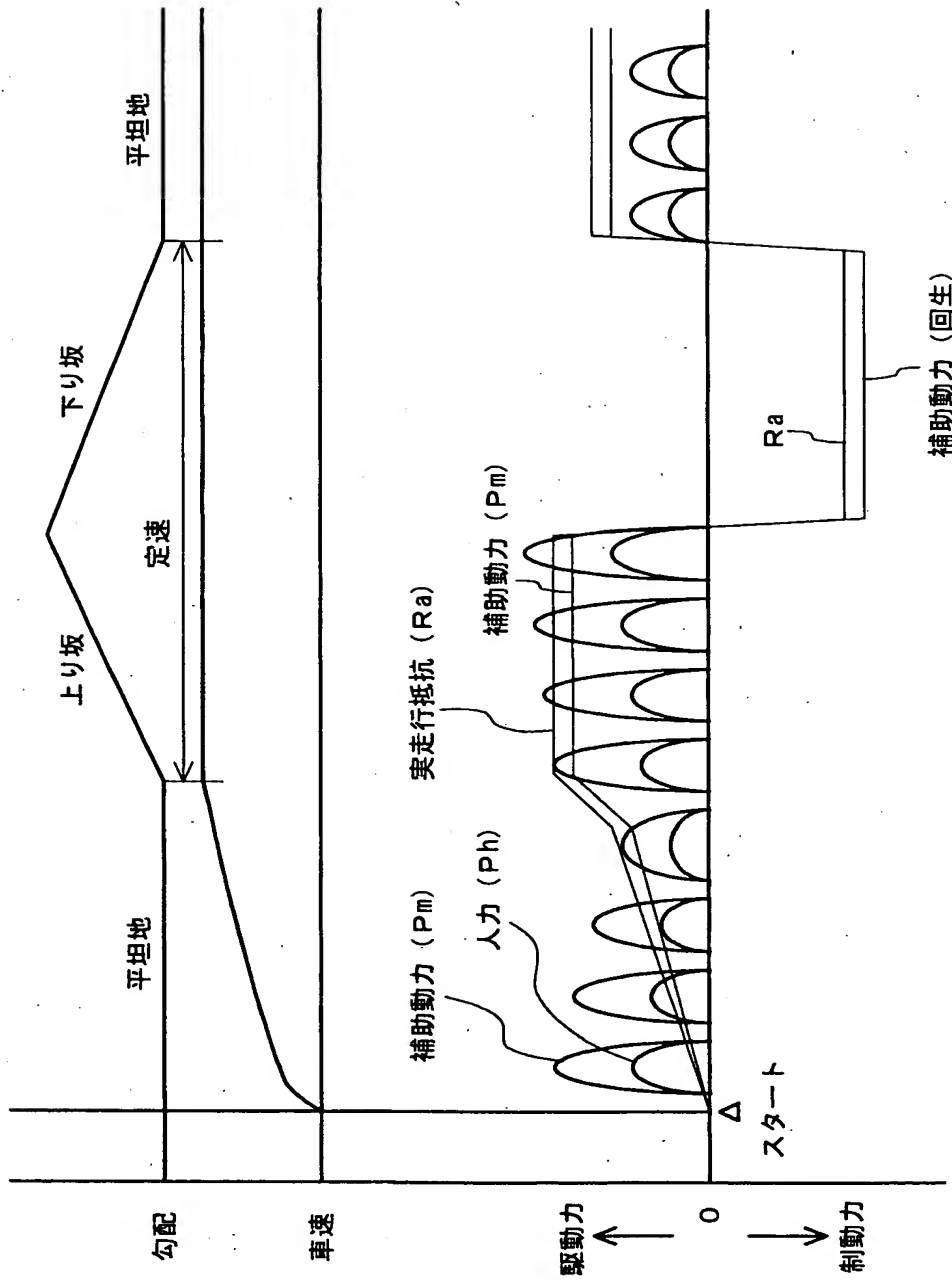
【図2】



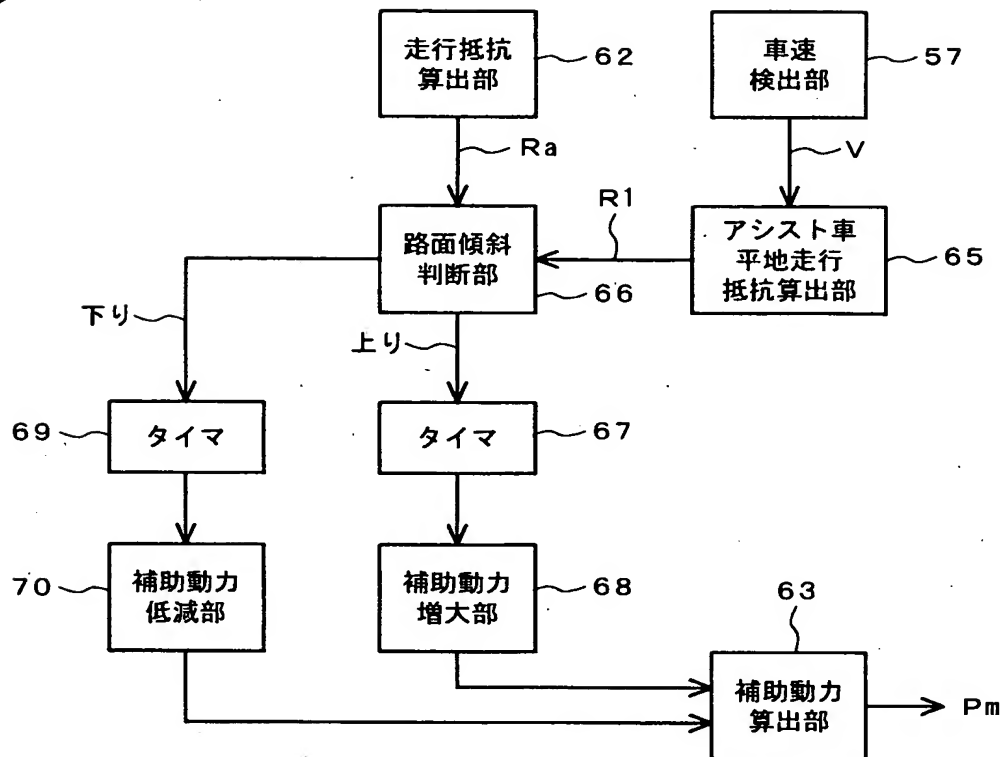
【図 3】



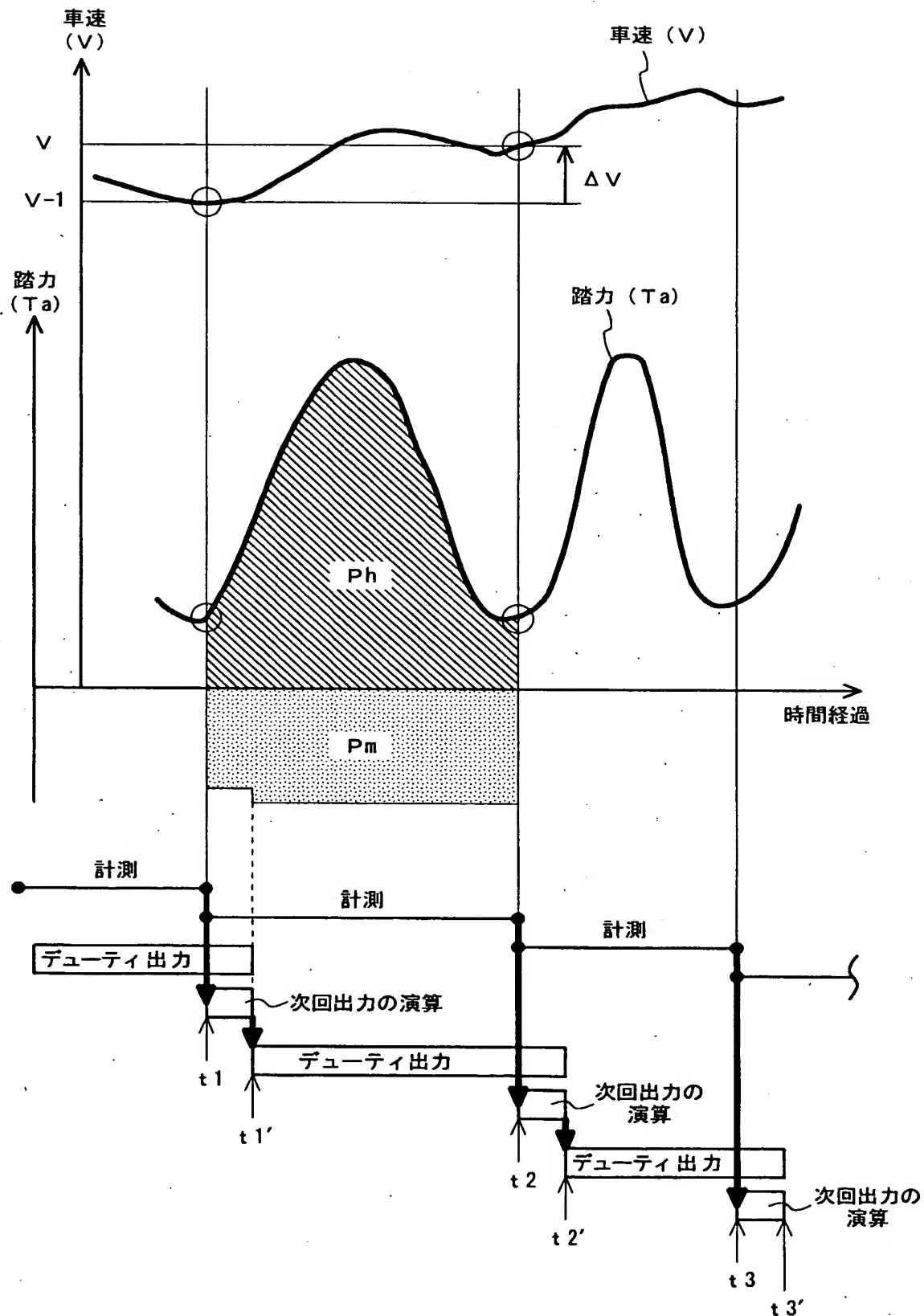
【図 4】



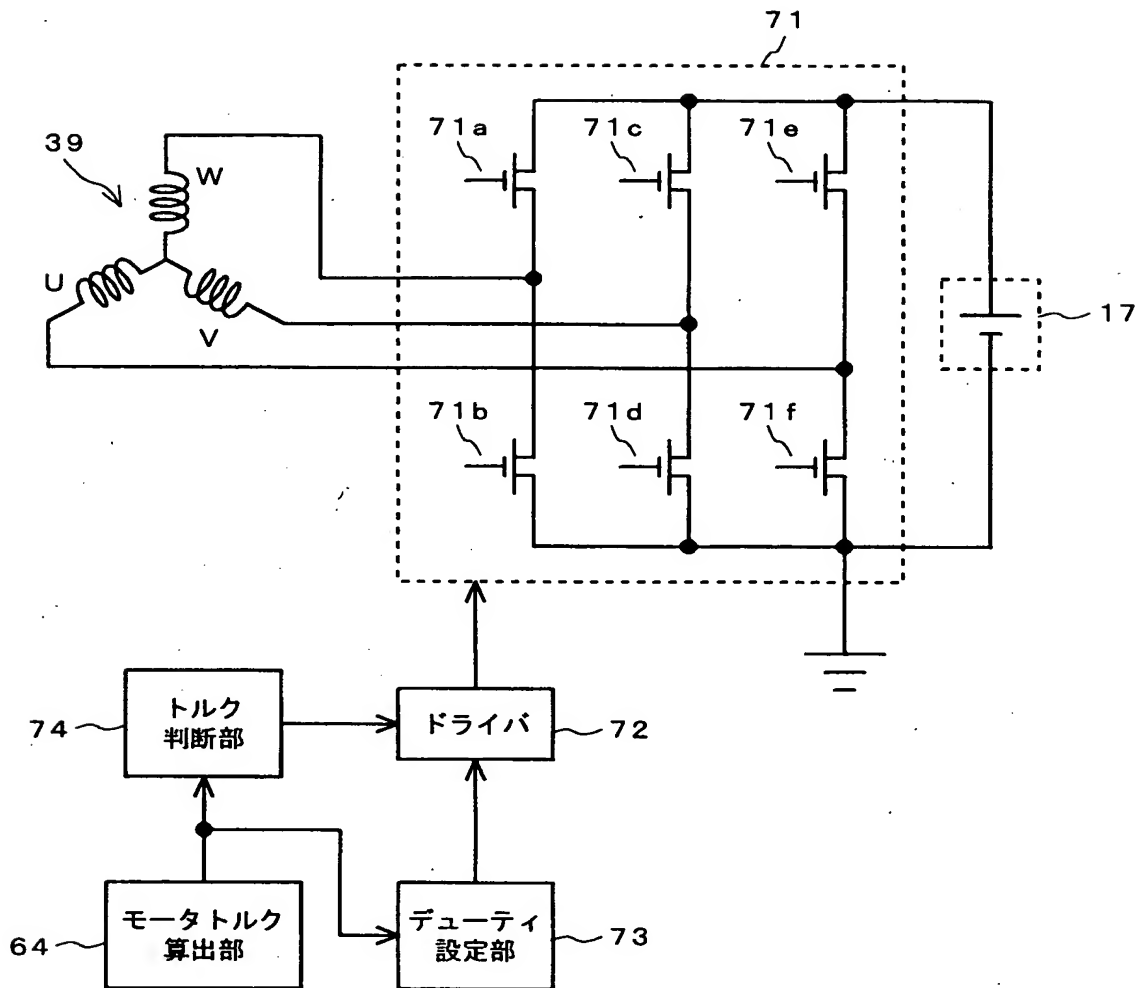
【図 5】



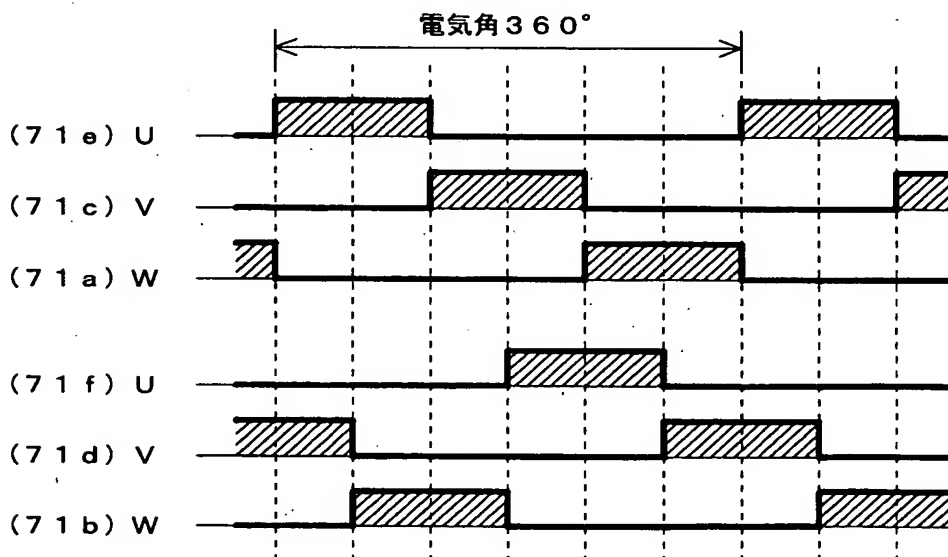
【図 6】



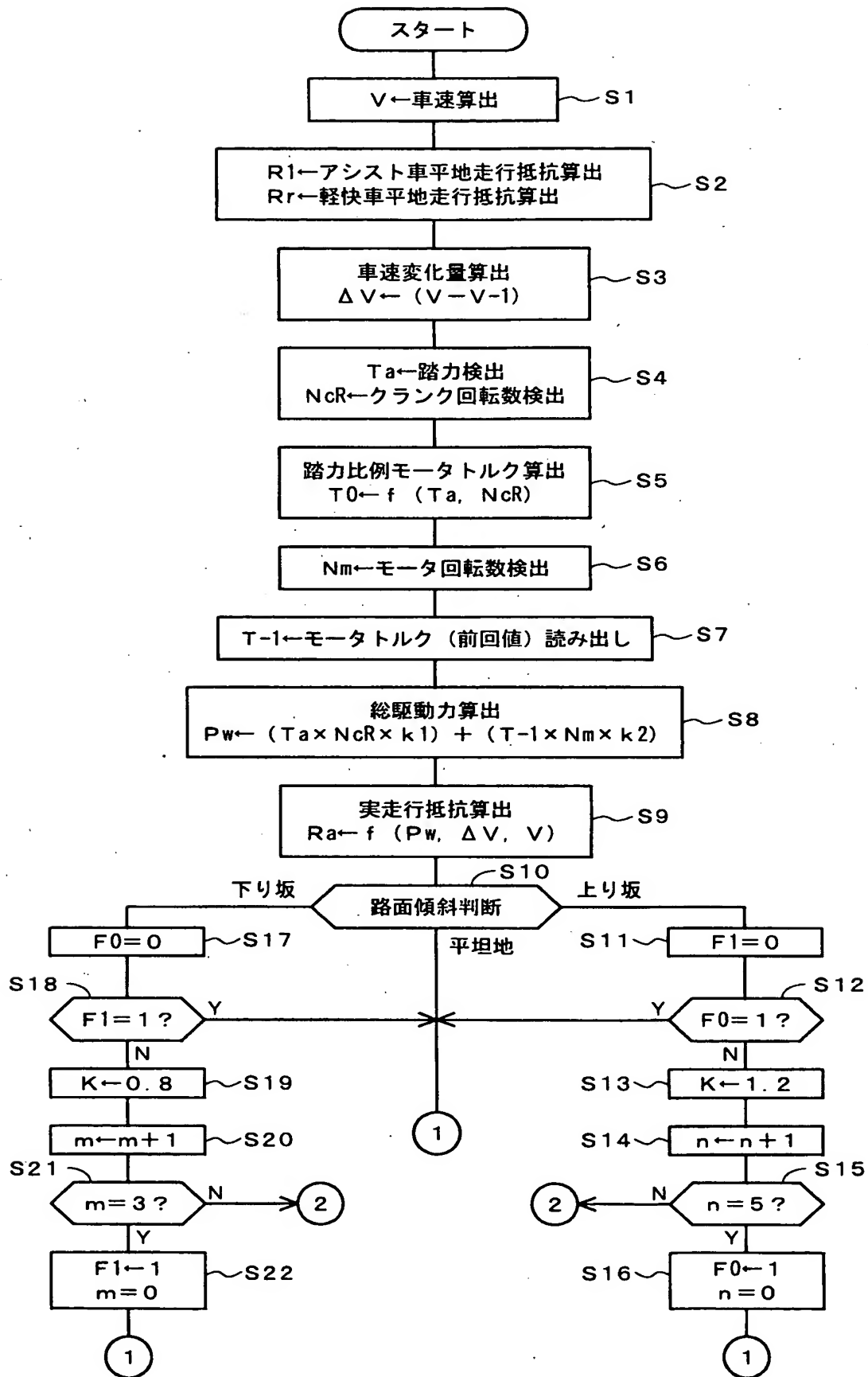
【図 7】



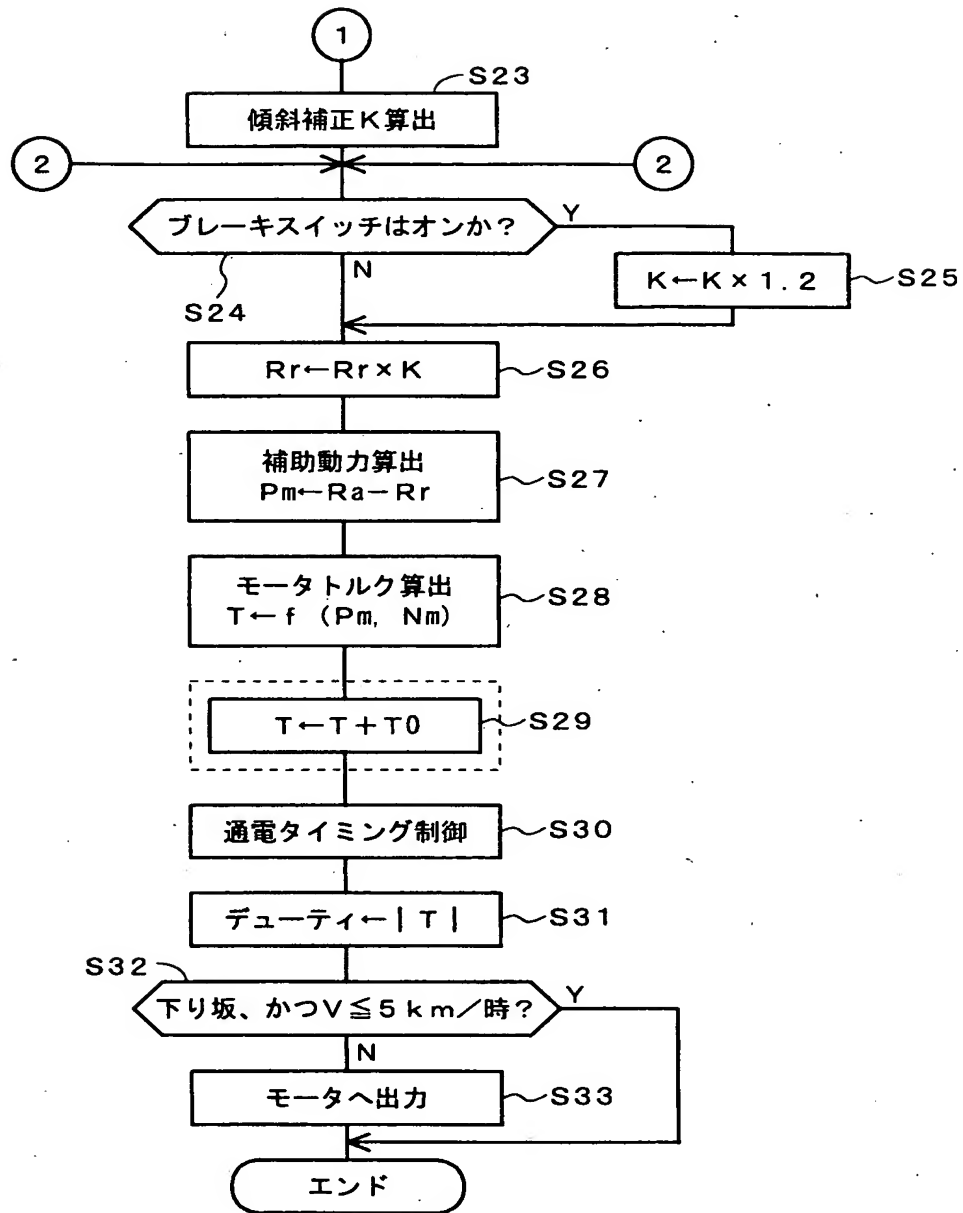
【図 8】



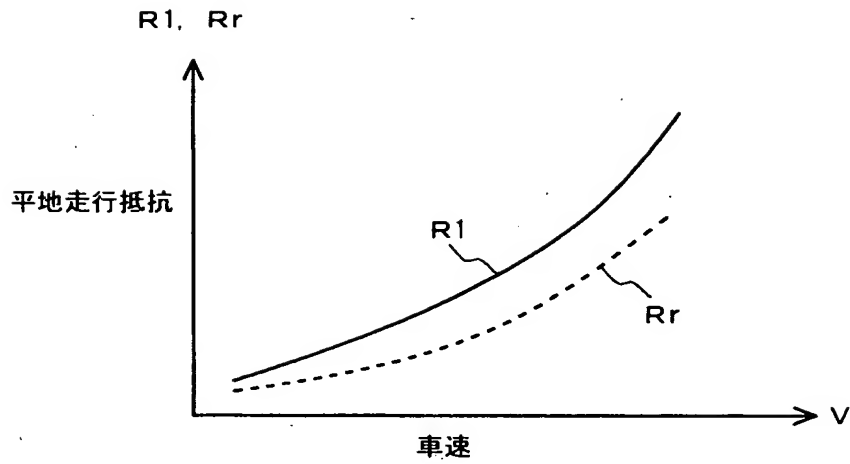
【図 9】



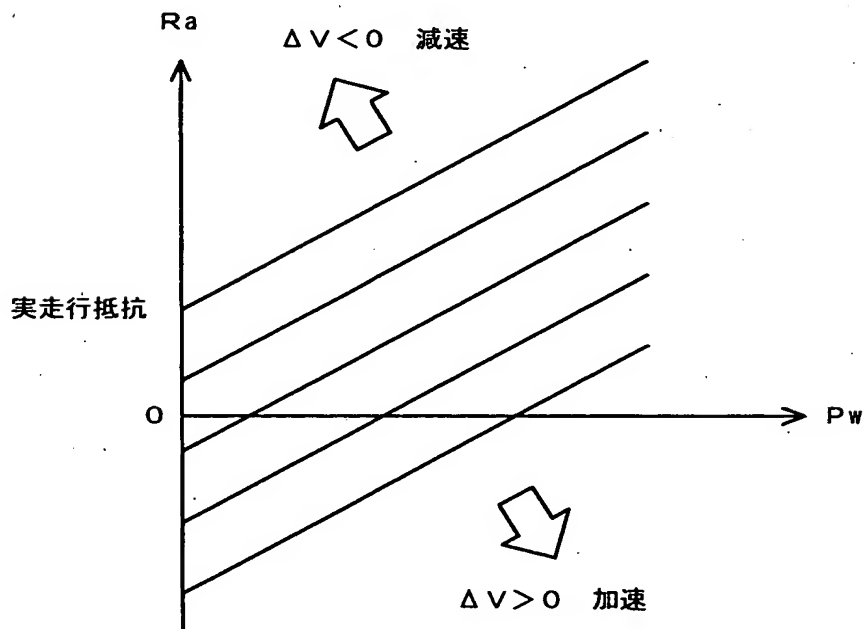
【図10】



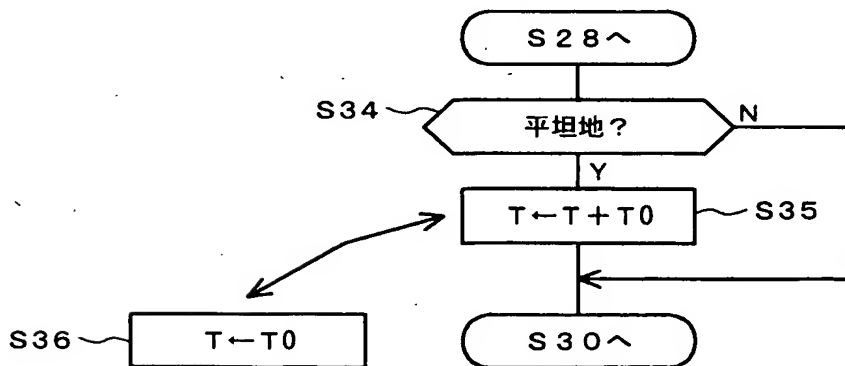
【図 1 1】



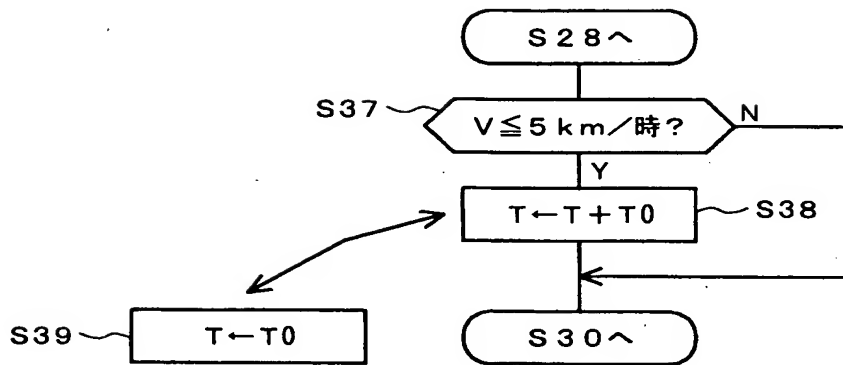
【図 1 2】



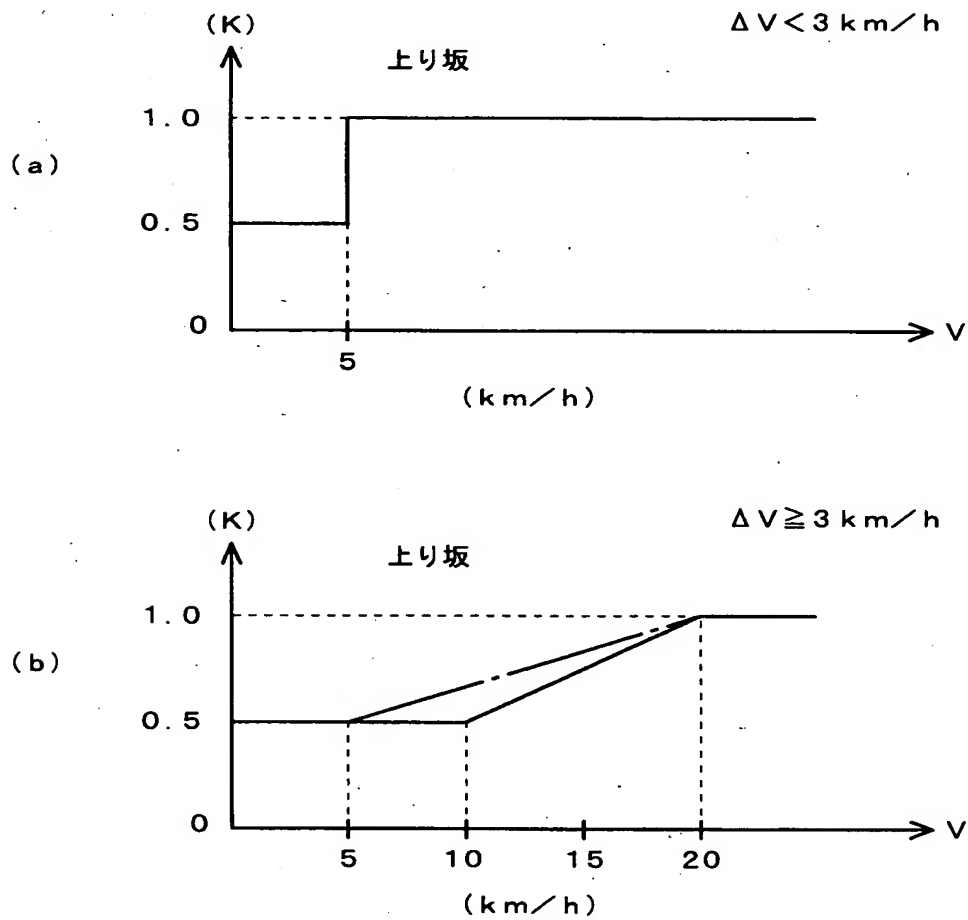
【図 1 3】



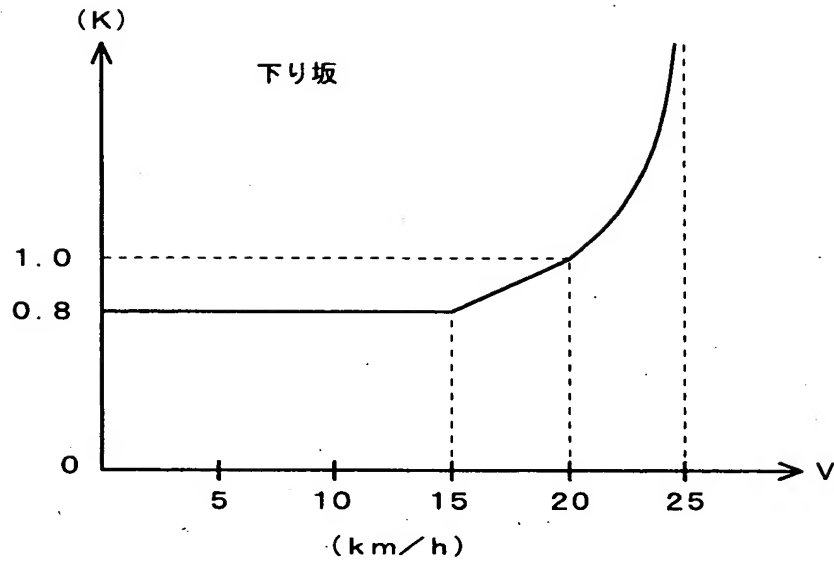
【図14】



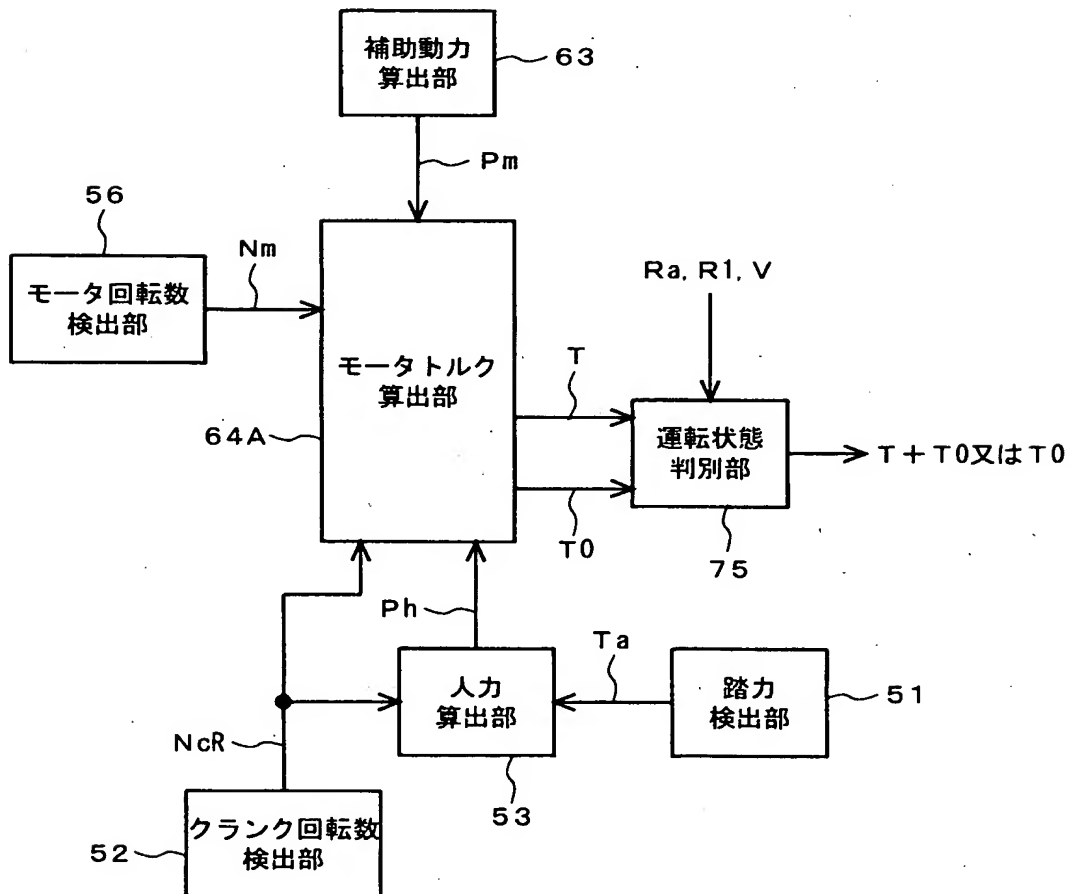
【図15】



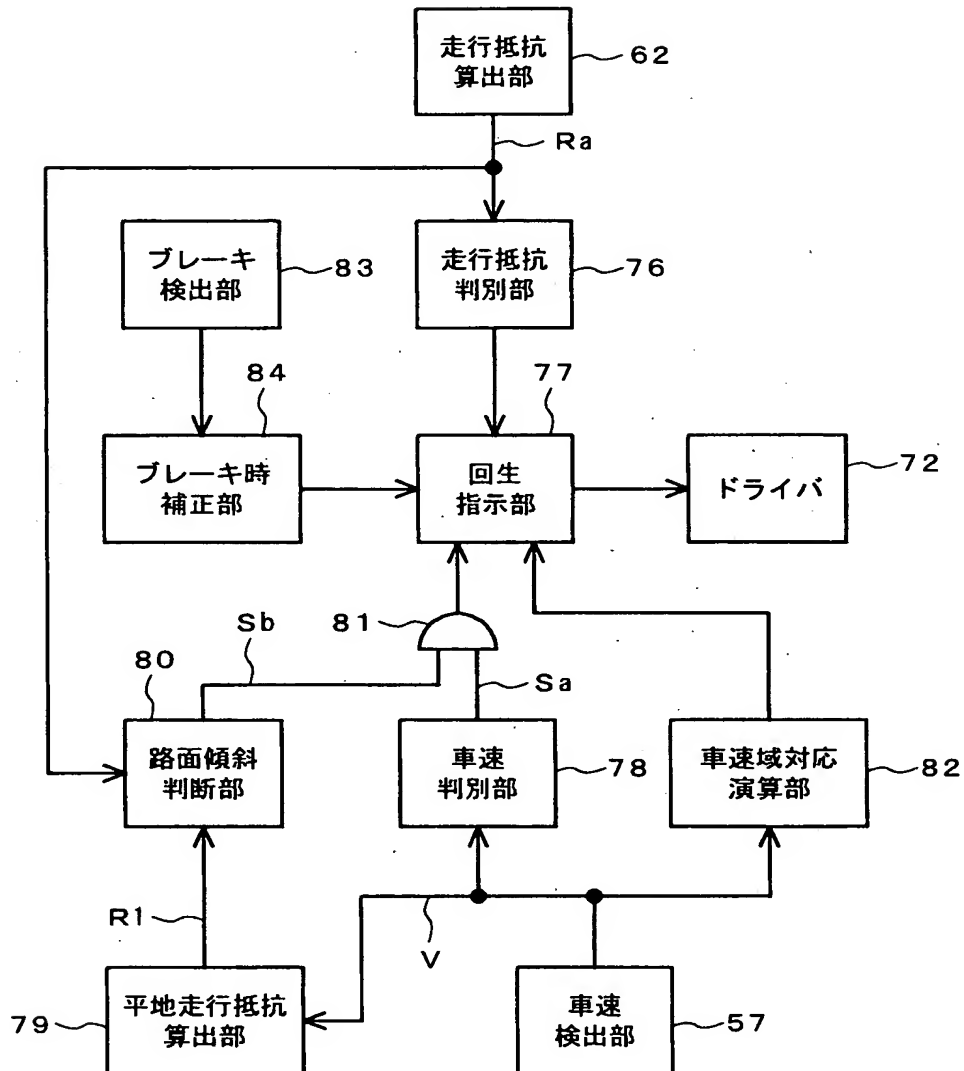
【図 16】



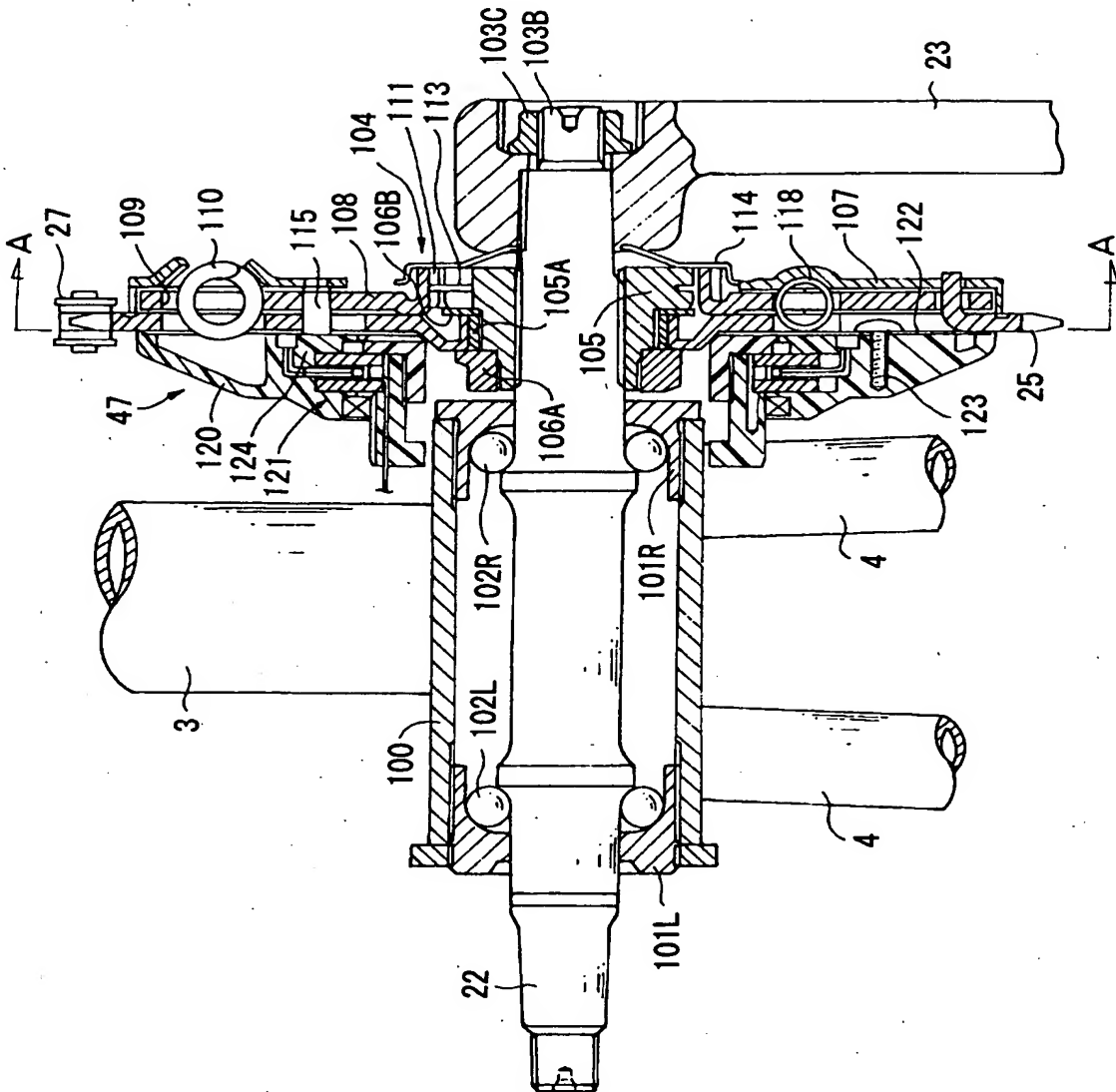
【図 17】



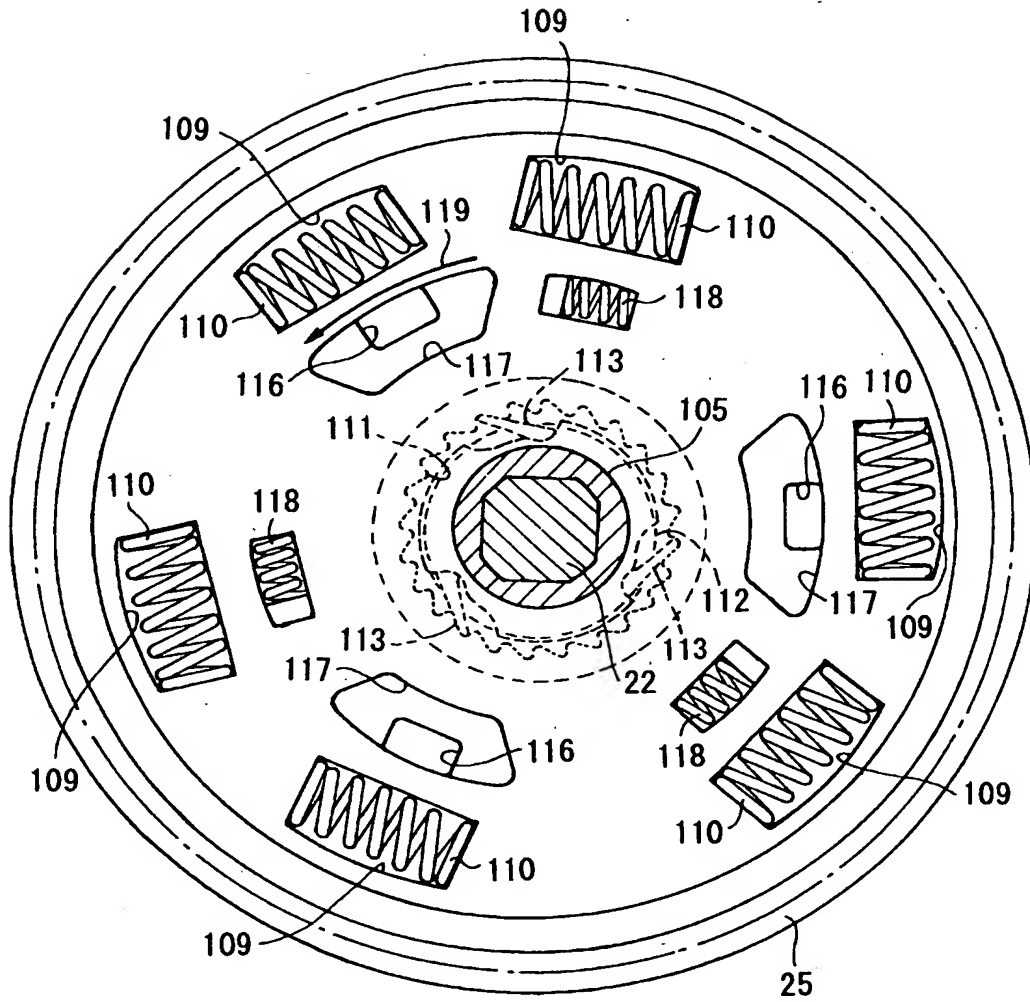
【図 18】



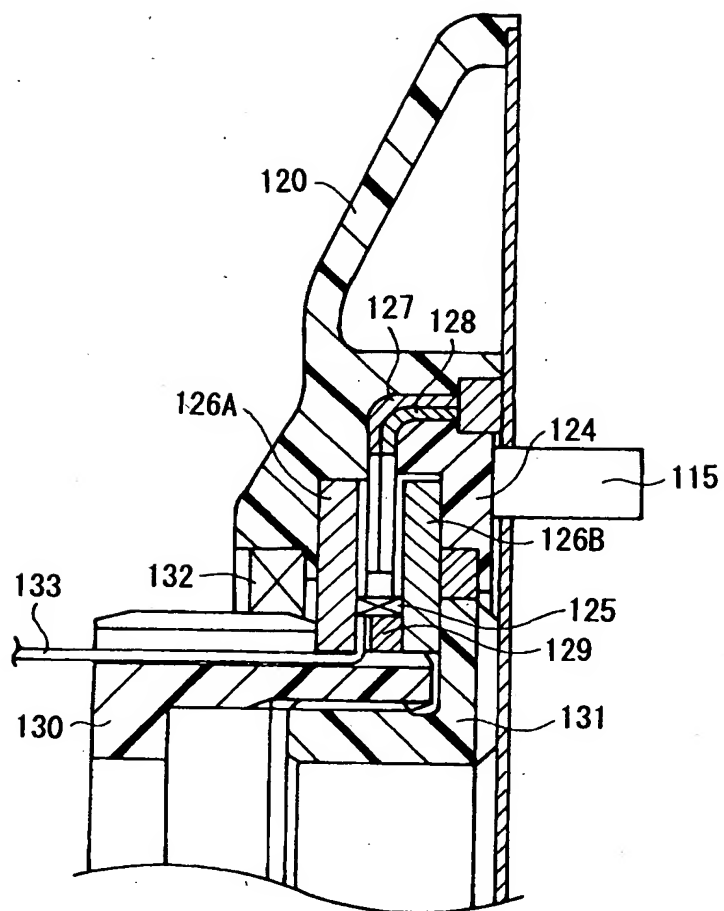
【図 19】



【図 20】



【図 21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回生発電制動の利用により路面の傾斜にかかわらず平坦地と同様の感覚で軽快な運転ができるようにすること。

【解決手段】 走行抵抗判別部 7 6 は、実走行抵抗 R_a が負の場合に回生指示部 7 7 を付勢する。回生指示部 7 7 は、運転状態に基づいてモータ 1 0 4 のドライバ 7 2 に回生出力指示を供給する。運転状態はブレーキ操作がなされているか、車速 V は予定値か等によって判断する。例えば、車速 V が予定値（例えば押し歩き速度程度に設定される）以下のとき出力される検出信号 S_a と実走行抵抗 R_a および平地走行抵抗 R_1 により路面の傾斜が下り傾斜と判断されたときに出力される検出信号 S_b がいずれも出力された時は回生指示は無効にされる。また、車速対応演算部 8 2 は、車速 V に対応する係数 K をマップ検索し、この車速対応の係数 K によって回生出力の大きさが決定される。

【選択図】 図 1 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日	1990年 9月 6日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名	本田技研工業株式会社